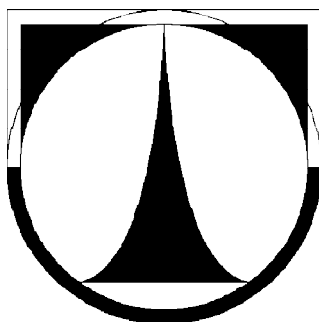


FAKULTA STROJNÍ TECHNICKÁ UNIVERZITA LIBEREC



ZAŘÍZENÍ PRO VÝROBU KRUHOVÉHO FILTRU

DEVICE FOR THE PRODUCTION OF CIRCUAL FILTER

JOSEF VAŠATA

Rozsah práce:

Počet stran.....37

Počet obrázků.....34

Počet tabulek.....1

Počet příloh.....14

2013

Katedra textilních a jednoúčelových strojů

Studijní rok 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	Vašata Josef
Studijní program	B 2341 Strojírenství
Obor	2302 R022 Stroje a zařízení
Zaměření	Stavba strojů

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Zařízení pro výrobu kruhového filtru

Zásady pro vypracování:

(uved'te hlavní cíle bakalářské práce doporučené metody pro vypracování)

- 1) Proveďte rešerši v současnosti používaných typů filtrů a principy jejich výroby.
- 2) Navrhněte vhodný způsob výroby kruhového filtru vyráběného z netkané textilie.
- 3) Pro zvolený typ kruhového filtru navrhněte strojní zařízení pro kompletaci jeho čel včetně pneumatického schématu.
- 4) Konstrukčně zpracujte zvolenou variantu zařízení

Forma zpracování bakalářské práce:

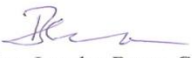
- průvodní zpráva: **30 stran formát A4**
- grafické práce: **výkres sestavení, výrobní výkresy vybraných součástí**

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu):


- Pešík, L., Části strojů: Stručný přehled 2. díl
- Boháček, F. Části a mechanismy strojů III. Převody.
- Juliš, K. – Brepta, R.: Mechanika (Statika a kinematika – I.díl). SNTL Praha 1986
- Brát, V. – Rosenberg, J. – Jách, V.: Kinematika. SNTL Praha 1987
- Ďaďo Stanislav, Kreidl Marcel: Senzory a měřicí obvody. Monografie ČVUT, Praha 1996.
- Kolektiv: Automatizace a automatizační technika 2 – Automatické řízení. Učebnice, Computer Press, Praha 2000.
- Úvod do pneumatiky, učebnice FESTO Didactic, Praha 1994.
- Pneumatické řídicí systémy, učebnice FESTO Didactic, Praha 1992.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Martin Bílek, PhD.**

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jaroslav Kopal CSc.**


prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.
vedoucí katedry




doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan FS

V Liberci dne 31.9.2012

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ). Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

12.09.2013

Podpis

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date

12.09.2013

Signature

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu práce panu docentu Bílkovi za velmi cenné rady a připomínky, které mě pomohly k úspěšnému dokončení této práce.

V neposlední řadě chci poděkovat své rodině a svým přátelům, kteří mě po celou dobu podporovali a pomáhali.

Abstrakt

Tato práce je zaměřena na navržení a zkonstruování strojního zařízení pro výrobu kruhového filtru, jehož filtrační vložka je vyrobena z netkané textilie. Při návrhu strojního zařízení můžeme zohlednit i lidský člen, který je v současné době téměř při každé výrobě filtrů.

Filtrační vložka z netkané textilie je velmi křehké konstrukce, tudíž se bude muset dbát na opatrnost při manipulaci, anebo zde použít díl, který zajistí ochranu filtrační vložky, aby nedošlo k jejímu poškození či nevratné deformaci.

Důležitým faktorem při výrobě kruhového filtru je zajištění průtoku vzduchu pouze skrz filtrační vložku a nikoliv okolo filtrační vložky, kde by nebylo možné zachytit veškeré nečistoty.

Závěrem práce bude souhrn vlastností stroje a možné body při optimalizaci či zkoušky funkčnosti stroje.

Klíčová slova:

- filtr
- netkaná textilie
- stroj
- čelo
- automatizace

Abstract

This work is focused on design and construction of device for the production of circular filter of which its filter insert is made of nonwoven fabric. During machine tool design we can take into account also a human factor that is in the present time almost at every filter production.

The filter insert of nonwoven fabric is very fragile structured, therefore caution handling should be considered or a different part should be used here which will ensure the filter element protection to prevent any damage or irreversible deformation.

Very important factor during circular filter production is to ensure air flow only through the filter insert and not around it where it would be impossible to catch all dirt.

At final part of this work will be a summary of tool characteristics, possible points in the optimization and also machine functionality tests.

Key words:

- filter
- nonwoven fabric
- device
- cover
- automation

Seznam použitých symbolů

€	euro
m ³ /h	průtok vzduchu za jednotku času
G,F,H,U	třída filtru podle ČSND 779,1822
EU	třída filtru podle EUROVENT 4/5,4/4
g/m ³	jednotka hustoty
CZK	česká koruna
UV	ultrafialové světlo (ultraviolet)

Obsah

Úvod.....	11
1 Filtrace.....	11
1.1 Dělení filtrace dle prostředí.....	11
1.2 Dělení filtrace dle mechanismů.....	11
2 Filtry.....	11
2.1 Základní druhy vzduchových filtrů.....	11
2.1.1 Propustné bavlněné.....	11
2.1.2 Papírové.....	11
2.1.3 Propustné pěnové.....	12
2.1.4 Kazetové filtry.....	12
2.1.5 Kapsové filtry.....	13
2.1.6 HEPA filtry.....	14
2.1.7 Kompaktní filtry.....	14
2.1.8 Kabinové filtry.....	15
2.2 Dělení filtrů dle konstrukce.....	16
2.2.1 Ploché filtry.....	16
2.2.2 Skládané filtry.....	16
2.2.3 Kapsové filtry.....	17
2.2.4 Patronové filtry.....	17
2.2.5 Hadicové filtry.....	18
2.3 Rozdělení a použití vzduchových filtrů podle velikosti nečistot.....	18
2.3.1 Třídy filtrů a jejich použití.....	19
2.3.2 Osobní ochranné pomůcky.....	20
3 Rozdělení strojních zařízení.....	22
3.1 Jednopásový typ stroje.....	23
3.2 Dvoupásový typ stroje.....	23
3.3 Karuselový typ stroje.....	24
4 Konstrukční zpracování karuselového typu stroje.....	25
4.1 Celkový pohled na stroj.....	25
4.9 Celkový pohled na stroj s rámovou konstrukcí.....	34
5 Závěr.....	35
6 Seznam příloh.....	36
7 Seznam použité literatury a zdrojů.....	37

Úvod

Cílem práce je navrhnout a zkonstruovat stroj pro výrobu kruhového filtru s netkanou textilií. V dnešní době je kladen vysoký důraz na čistotu ovzduší, která se rapidně horší s vzrůstající civilizací. Tento problém se týká převážně velkých měst a průmyslových oblastí. Požadavky na čistotu ovzduší se liší v závislosti typů objektů a účel použití. V nemoci či v laboratoři bude na čistotu vzduchu kladen větší důraz, než například v klimatizačních jednotkách v kancelářích.

Při výrobě filtrů musíme dbát hlavně o čistotu a vhodné uskladňování filtračních vložek, přesnou a spolehlivou výrobu a nesdílňá součást je také čas a cena, která hraje v konkurenčním boji vysokou roli.

S těmito faktory vstupujeme do vývoje našeho strojního zařízení jako se zakázkovým projektem, nikoliv jako pouze s bakalářskou prací.

Pokud chceme udržet cenu stroje co nejnižší, je potřeba pečlivě zvolit z jakých konstrukčních prvků budeme stroj navrhovat a posléze vyrábět. Je zřejmé, že k ceně stroje přispívá větší podíl nakupovaných dílů a normovaných profilů, než zakázková a kusová výroba.

Také vhodná volba základního materiálů může být klíčová z hlediska údržby a životnosti stroje.

V tomto případě je naším základním prvek hliník, který má výbornou chemickou stálost a rozšířené portfolio normovaných profilů.

Jedinou naší specifikací, při vyvíjení strojního zařízení je tvar čel filtrů a tvar filtrační vložky z netkané textilie. Kruhový filtr má po obvodě žebra, která mají za úkol chránit filtrační vložku před poničením, či přímým kontaktem cizích těles při manipulaci. Při vývoji stroje, bylo použito měchové chapadlo k manipulaci filtrační vložky, zde byl výskyt možného problému nevratné deformace filtrační vložky, proto zde zavádíme plastový kryt okolo netkané textilie, který zajistí jak bezpečnější manipulaci, tak i bezpečnější skladování filtrační vložky.

1 Filtrace

- je metoda dělení pevné látky od kapaliny či plynu na porézní přepážce - filtru. Suspenze filtrem protéká, zatímco pevné částice filtr zachytí.

1.1 Dělení filtrace dle prostředí

- kapalinová – čištění pitné vody, čištění odpadních vod, automobilové filtry (olejové filtry, filtry pohonných hmot)
- vzduchová – respirátory, systémy ventilace vzduchu (klimatizace), filtry do vysavačů, automobilové filtry (kabinové, motorové, výfukové filtry).

1.2 Dělení filtrace dle mechanismů

- povrchová filtrace - částice se zachycují na povrchu filtru, kde vytvářejí vrstvu zvanou filtrační koláč.
- hloubková filtrace - částice procházejí porézním prostředím filtru a zachycují se v něm. Tloušťka filtru bývá mnohem větší než u povrchové filtrace. [1]

2 Filtry

2.1 Základní druhy vzduchových filtrů (převážně pro automobilový průmysl) [2]

2.1.1 Propustné bavlněné

Vysoce propustné filtry speciální konstrukce s bavlněnou látkou napuštěné olejem, který zadržuje částice nečistot. Tyto částice ulpívají na vnější straně filtru a stávají se součástí filtračního média.

Tyto filtry mají své servisní intervaly, po kterých se následně musí čistit a opět impregnovat.

2.1.2 Papírové

Papírové vzduchové filtry se skládají z navoskovaného papíru s malými dírkami, které odstraňují drobné částice prachu a nečistot ze vzduchu. Tyto otvory se zanášejí velice rychle a průtok vzduchu i filtrační schopnost se rychle snižují.

Co se týče doby servisního intervalu, záleží na čistotě nasávaného vzduchu.

Tyto filtry se musí vždy nahradit novým, nelze je čistit.

2.1.3 Propustné pěnové

Tyto vzduchové filtry pracují na podobném principu jako papírové s tím, že obsahují větší otvory a tloušťka filtračního materiálu je větší. Používají konzervačního média k zachycení částecek nečistot a jejich konstrukce vyžaduje častější údržbu než propustné filtry. Nedosahují zdaleka kvalit filtrů propustného tymu, ale jsou značně lepší než papírové. Není nutno je měnit, stačí je vyprat v benzínu nebo jarové vodě a jemně je napustit olejem. Nebo je dnes plno přípravků, které jsou na to určeny. Tyto filtry se především používají na motocykly typu enduro a cross.

2.1.4 Kazetové filtry

Kazetové filtry se používají hlavně jako hrubá filtrace anebo jako předfiltry zejména filtrů kapsových. Existuje několik typů kazetových filtrů.



Obr. č. 1: Ukázka kazetového filtru. [2]

- *Kazetové filtry ploché* - Kazetové filtry jsou vyráběny z několika typů filtračního materiálu, který je osazen ve stabilním kartónovém nebo plastovém rámu. Obě strany filtračního materiálu jsou kryty děrovaným plechem, kartónovou nebo plastovou mřížkou. Filtrační médium je většinou impregnováno speciálním prostředkem pro vázání prachu.
- *Kazetové filtry ploché (tukové)* - Tukové filtry jsou celokovové separátory sloužící převážně k zachytávání tuků např. v digestořích nebo pro zachytávání olejových aerosolů. Tukový filtr je vyroben z hliníkového rámu a jako filtrační médium je hliníkový separátor. Tukový filtr je čistitelný, pro vyčištění postačí umýt celý filtr v detergentu.
- *Kazetové filtry Z-Line* - Kazetový filtr Z-Line se skládá s platového nebo pozinkovaného rámu. Do kterého je vložený syntetický filtrační materiál na drátěné kovové síti nebo je filtrační materiál samonosný.



Obr. č. 2: Ukázka kazetového filtru Z-Line. [2]

- *Kazetové filtry s Minipleatem* - Kazetový filtr s Minipleatem svou konstrukcí vypadá jako HEPA filtr, jen spadá do nižších tříd filtrace. Na výrobu rámu se používá plast, pozinkovaný plech nebo hliník. Jako filtrační materiál se používá skládaný papír ze skelných mikrovláken nebo také polypropylén. Oba druhy materiálu jsou zařazovány tepelným lepidlem. Tyto filtry mají velkou efektivní filtrační plochu díky čemuž zvládnou i velké průtoky vzduchu.

2.1.5 Kapsové filtry

Kapsové filtry jsou vyráběny z netkaných syntetických materiálů, které jsou šité do tvarů kapes. Tyto šité kapsy jsou upevněny v rámech z polypropylénu, pozinkovaného plechu nebo dřeva. Kapsové filtry se používají pro zachycení a zadržení většiny hrubých prachových částic. Obvykle se využívají jako primární filtry ve víceúrovňových systémech filtrace, kde prodlužují životnost sekundárních filtrů. Mezi prostředí, kde se kapsové filtry používají, jsou plynové turbíny, kompresory, lakýrnická zařízení, elektrárny, výtopny, farmaceutický a potravinářský průmysl. Dále také prostory elektronického zpracování dat, telekomunikační, optická a elektronická zařízení. Také topná, větrací a klimatická zařízení v laboratořích, knihovnách, muzeích.



Obr. č. 3: Ukázka kapsového filtru. [2]

2.1.6 HEPA filtry

HEPA filtr je typ filtru vzduchu. HEPA je zkratkou z prvních písmen slov „high efficiency particulate air filter“ (vysoce účinný filtr vzduchových částic). Tento typ vzduchového filtru je schopen ze vzduchu s minimálně 99,97% účinností odstranit částice o velikosti 300 nanometrů (částice této velikosti jsou pro HEPA filtry nejobtížněji filtrovatelné). Větší a menší částice jsou filtrovány s ještě vyšší účinností.



Obr. č. 4: Ukázka HEPA filtru. [2]

2.1.7 Kompaktní filtry

Kompaktní filtry jsou určeny pro vysoké průtoky vzduchu (5000 m³/h) a mají poměrně dlouhou životnost. Používají se i jako poslední filtrační stupeň, ale osvědčily se i jako předfiltry HEPA filtrů. Kompaktní filtry jsou tvořeny plastovým rámem, který je pevně spojen s plastovými kapsami. Do kapes jsou osazeny pakety Minipleat ze skelných vláken nebo polypropylénu. Kompaktní filtry se použijí v prostředí se zvýšenou vlhkostí vzduchu, protože jsou odolné vůči korozi. Rovněž se dají osadit místo filtrů kapsových hlavně tam, kde je potřeba zvýšit průtoky vzduchu.



Obr. č. 5: Ukázka kompaktního filtru. [2]

2.1.8 Kabinové filtry

Vzduch v průmyslových aglomeracích je velmi znečištěn prachem, pyly a jinými částicemi a zdraví škodlivými plyny. Stále více lidí trpí alergiemi a jsou tak vnímavější k problematice klimatizace a kabinových filtrů. Řešení spočívá, že vozidla jsou již ve výrobním závodě vybavována kabinovými filtry. Více než 70% vozidel je již sériově vybavováno kabinovými filtry. Tato tendence stoupá. Kabinové filtry našli cestu do mechanizace a automobilů teprve nedávno, tento filtr je často přehlížen.

Kabinový vzduchový filtr je typicky skládaný papírový filtr, který je obestříknut gumovým rámem, který udržuje jeho tvar. Filtr je umístěn ve vnějším přívodu vzduchu do vozidla pro cestující. Některé z těchto filtrů jsou pravoúhlé a mají podobný tvaru jako vzduchové filtry ke spalovacímu motoru. Jiné jsou jedinečně tvarované, aby se vešly do motorového prostoru.



Obr. č. 6: Ukázka kabinového filtru. [2]

Kabinové filtry zachycují ze vzduchu pyly a jiné nežádoucí částice jako škodlivé plyny téměř na 100 % a zajišťují tak v interiéru vozu lepší klima. To má značný význam zejména pro alergiky, astmatiky a děti. Ucpané nebo zanesené kabinové filtry v kabině mohou výrazně snížit proud vzduchu z kabiny otvory, stejně jako zavést alergeny do proudu vzduchu v kabině.

- *Kabinové filtry s aktivním uhlím* - Kabinový vzduchový filtr s aktivním uhlím je identický jako standardní kabinový filtr, s tím rozdílem, že je filtrační materiál navíc obohacený o aktivní uhlí. Tyto typy filtrů zlepšují kvalitu filtrovaného vzduchu a odstraňují pachy.

2.2 Dělení filtrů dle konstrukce

2.2.1 Ploché filtry

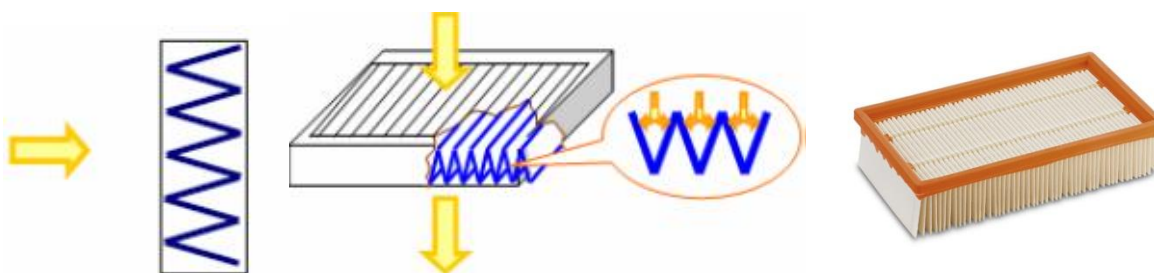
Nejjednodušší typ filtru z hlediska požadavků na konstrukci a jeho instalaci. Z hlediska mechanismu filtrace můžeme plochý filtr dělit na hloubkový a povrchový. Ukázka a schéma filtru je na obr.č. 4. Použití: hrubé filtry, předfiltry, vysavačové filtry. [5]



Obr. č. 7: Ukázka a schéma plochého filtru. [1]

2.2.2 Skládané filtry

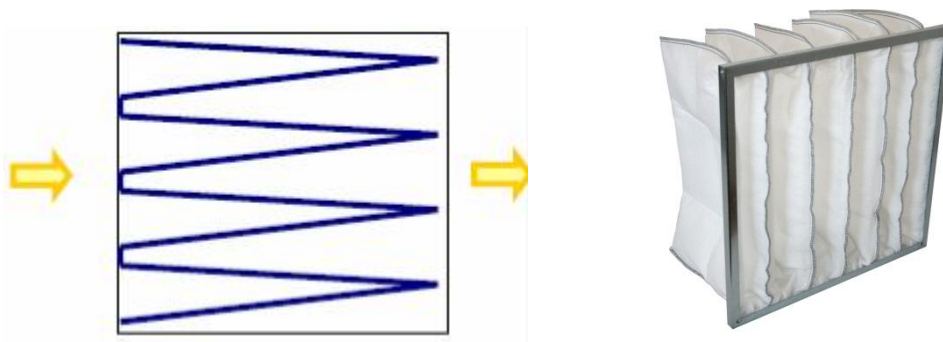
Jedná se o plochý filtr poskládaný do tvaru harmoniky a zpevněný rámem. Z hlediska konstrukce je nutná dostatečná tuhost skládaného materiálu. Výhodou skládaného filtru je několikanásobné zvýšení filtrační plochy a z toho plynoucí vliv na tlakový spád, efektivitu a životnost filtru. Příklad použití: vysoce účinné filtry, HEPA filtry, kabinové filtry do automobilů. [5]



Obr. č. 8: Ukázka a schéma skládaného filtru. [1]

2.2.3 Kapsové filtry

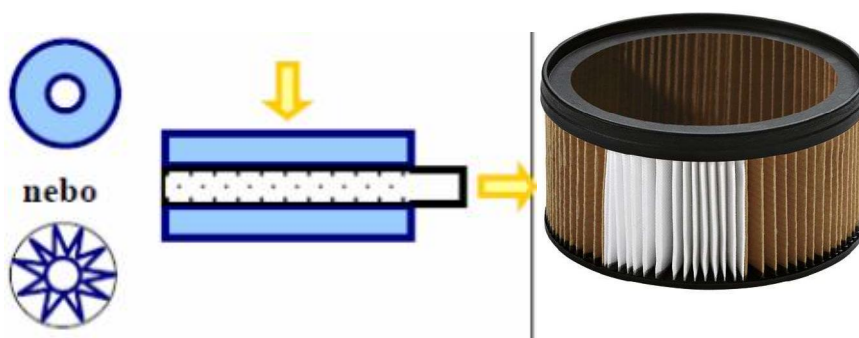
Jsou filtry ploché skládané, jejich tloušťka zhruba odpovídá ostatním rozměrům. Výhodou je použití materiálů, ze kterých nelze vytvořit skládané filtry, nevýhodou velké rozměry. Příkladem aplikace je filtr do klimatizační jednotky. [5]



Obr. č. 9: Ukázka a schéma kapsového filtru. [1]

2.2.4 Patronové filtry

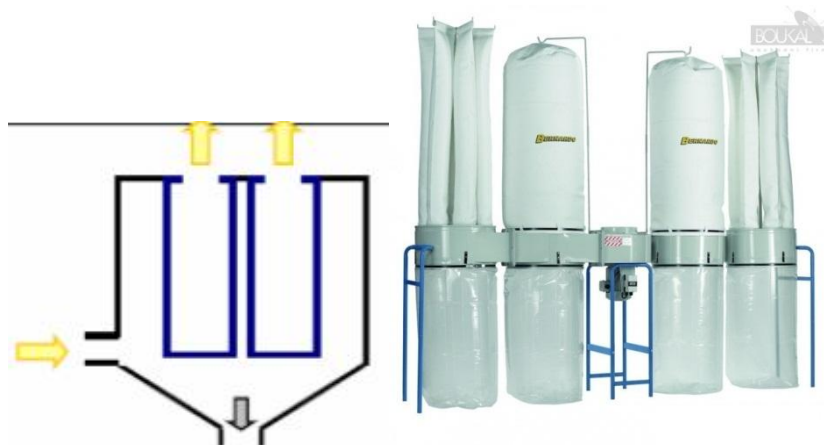
Patronové (svíčkové) filtry tvoří vlákenný filtr plochý nebo skládaný obtočený kolem perforované dutinky. Výhodou jsou jeho rozměry, využívá se především v průmyslu a to pro suchou i mokrou filtraci. [5]



Obr. č. 10: Ukázka a schéma patronového filtru. [1]

2.2.5 Hadicové filtry

Fungují na podobném principu jako patronové, ale jejich délka může být i několik metrů. Téměř vždy jsou čištěny zpětným protlakem, umístěny vedle sebe ve větším počtu a slouží k filtraci většího množství zachytávaných částic. Částice uvolněné při zpětném protlaku padají do prostoru pod filtry a jsou vysypávány. [5]



Obr. č. 11: Ukázka a schéma hadicového filtru. [1]

2.3 Rozdělení a použití vzduchových filtrů podle velikosti nečistot

Vzduchové filtry ve větracích a klimatizačních zařízeních slouží k odstranění nečistot, které se ve vzduchu vyskytují. Třída filtru se volí podle míry znečištění vzduchu (množství a druh nečistot v dané oblasti) a také požadavku na čistotu vzduchu v daném prostoru.

Nejvíce znečištěný vzduch je ve velkých městech a v průmyslových oblastech. Požadavky na čistotu prostoru se liší v závislosti na požadavcích, které jsou kladeny na prostory určené pro určité činnosti nebo určité typy objektů (objekty pro bydlení, školy, nemocnice, laboratoře apod.). Druhým úkolem filtrů je zajistit ochranu samotného větracího či klimatizačního zařízení před znečištěním.

Vzduchové filtry můžeme rozdělit do 2 základních skupin. Jedná se o filtry pro běžné použití (třídy G a F, zkouší a třídí se dle převzaté evropské normy ČSN EN 779) a vysoce účinné filtry (třídy H a U, zkouší a třídí se podle převzaté normy ČSN EN 1822). Výsledky měření účinnosti filtrů podle uvedených norem mají jen omezené praktické využití. Slouží hlavně výrobcům ke vzájemnému porovnávání filtrů a filtračních materiálů.

2.3.1 Třídy filtrů a jejich použití:

Tab č. 1: Tabulka třídy filtrů a jejich použití. [8]

Třída filtru		Použití		Třída filtru
Podle ČSN EN 779, 1822		Všeobecně	Příklady použití	podle EUROVENT 4/5, 4/4
Hrubý	G 1	- účinné pro vláknitý prach	- první stupeň filtrace u vícestupňových zařízení	EU 1
	G 2	- poměrně účinné pro částice větší než 10 µm - předfiltry pro vyšší koncentraci prachu	- filtry pro klimatizaci a větrání v textilních provozech - jednoduché okenní a podokenní klimatizátory - ochrana výměníků, zvlhčovačů a ventilačních systémů - systémy větrání v těžkých provozech	EU 2
	G 3	- účinné proti pylu a zvířenému prachu	- ochrana výměníků, zvlhčovačů a ventilačních systémů	EU 3
	G 4		- vytápěcí a větrací systémy průmyslových podniků - filtrace v dopravních prostředcích - předfiltry pro klimatizační zařízení	EU 4
Jemný (doporučuje se použití předfiltrů G 1 – G 4)	F 5	- málo účinné proti sazím,	- větrací a klimatizační systémy pro školy,	EU 5
	F 6	- olejové mlže, tabákovému kouři a kouři z technologických procesů - částečně účinné proti výtrusům a bakteriím	- shromažďovací místnosti, restaurace, sportovní haly, kancelářské budovy - v průmyslu pro větrání provozů s vyššími nároky na čistotu (chemický, papírenský, výroba synt. hmot, méně náročné výroby přesné mechaniky a optiky)	EU 6
	F 7	- účinné proti bakteriím, výtrusům - částečně účinné proti sazím, olejové mlže, tabákovému kouři, kouři z technologických provozů	- větrací a klimatizační zařízení pro laboratoře, nemocniční pokoje, kancelářské budovy, divadla, kuchyně, obchody s potravinami - průmysl pro telefonní ústředny, výrobu potravin, dílny přesné mechaniky a optiky, rozhlasová a televizní studia	EU 7
	F 8	- velmi účinné proti sazím,	- operační sály, výzkumné zkušebny a laboratoře	EU 8
	F 9	- olejové mlže, tabákovému kouři, kouři z technologických procesů, bakteriím	- provozy chemické a farmaceutické výroby - pomocné prostory sterilizačních pracovišť a operačních sálů - 2. stupeň filtrace pro vysoce účinnou filtraci	EU 9

HEPA filtry (High Efficiency Particulate Air Filter)	H 10	- dobře účinné proti všem druhům prachů a aerosolů	- metrologické laboratoře pro kalibraci - laboratoře pro optiku, elektroniku a biologii - operační sály - dodávka vzduchu pro jaderné elektrárny	(EU 9)
	H 11	- velmi účinné pro všechny druhy prachů a aerosolů, včetně virů	- shodné s H 10, ale vhodné pro náročnější aplikace	EU 10
	H 12	- vysoce účinné pro všechny druhy prachů a aerosolů, včetně virů	- základní filtr pro všechny čisté prostory třídy 100 – 100 000 (dle FED-STD-209e) a s tím související aplikace v různých oblastech průmyslu, zdravotnictví a výroby léků	EU 11 EU 12
	H 13	- vysoce účinné pro všechny druhy prachů a aerosolů, včetně virů	- odsávací systémy pracující s nebezpečnými aerosoly (jaderná energetika, zdravotnictví, biologické prostory)	EU 13
ULPA filtry (Ultra Low Penetrating Air Filter)	U 15	- vysoce účinné pro všechny druhy prachů a aerosolů, včetně virů	- filtrace čistých prostorů* tříd 10 a lepších	EU 14
	U 16		- dodávka vzduchu pro biotechnologie	
	U 17			

*Čisté prostory jsou klasifikovány do tříd podle počtu a velikosti částic povolených na objem vzduchu.

Vysoce účinné filtry se používají jako druhý nebo třetí stupeň filtrace, je nutné předřadit filtry tříd G a F.

2.3.2 Osobní ochranné pomůcky

- Rouška 1085 MANLY

Jednorázová tvarovaná hygienická rouška bez ventilku proti kontaminaci výrobků (nositel roušky). Pozor! Nejedná se o filtrační polomasku (respirátor)! Je to "netřídová rouška" a nesplňuje požadavky norem na ochranu proti částicím, vodním a kapalným aerosolům!

Rouška slouží přesně opačně než respirátor, protože respirátor chrání svého nositele před vdechnutím částic, aerosolů atd., ale rouška chrání okolí např. před možnou kapénkovou nákazou od jejího nositele



Obr. č. 12: Rouška. [4]

- *Skládací filtrační polomaska SEGRE CN FFP3 V EN149:2001 s výdechovým ventilkem*
Určená pro opakované použití ®, prošla zanášecím testem na nejjemnější dolomitový prach (D). Top kvalita, komfortní, nejnižší možný odpor ve své třídě. Filtrační polomaska proti částicím třídy P3 má vysokou účinnost a 10x menší dýchací odpor než připouští norma EN 149:2001. Používá se i k ochraně proti virům a bakteriím.



Obr. č. 13: Skládací filtrační polomaska. [4]

- *Kombinovaný filtr PRO2000*
Určený k ochraně před organickými plyny a parami, kyselými plyny a parami, rtutí a jejím sloučeninám, ozónu, pevným, tekutým, toxickým a radioaktivním částicím, mikroorganismům (viry, bakterie a výtrusy) a enzymům. Maximální doba použití je 50 hodin.



Obr. č. 14: Kombinovaný filtr PRO2000 i s maskou. [4]

3 Rozdělení strojních zařízení

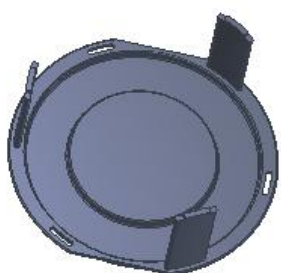
Jedinou naší specifikací, při vyvíjení strojního zařízení je tvar čel filtrů a tvar filtrační vložky z netkané textilie. Kruhový filtr má po obvodě žebra, která mají za úkol chránit filtrační vložku před poničením, či přímým kontaktem cizích těles při manipulaci.

Z důvodu manipulace za vnitřní průměr filtrační vložky, byla dovnitř vložena plastová výztuha, která bude bránit poničení a roztáhnutí filtrační vložky.

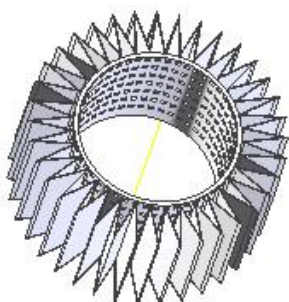
Výztuha bude vlepena dovnitř do filtrační vložky anebo přišita.

Při skládání filtru je potřeba dbát na přichycení filtrační vložky mezi obě čela tak, aby mezi těmito vrstvy nedošlo k průniku filtrovaného vzduchu, tj. aby veškeré částice procházely skrz netkanou textilií.

Obrázek – kruhový filtr



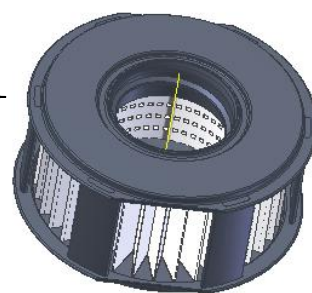
Obr. č. 15: Čelo filtru I.



Obr. č. 16: Filtrační vložka s vnitřní výztuhou.



Obr. č. 17: Čelo filtru II.



Obr. č. 18: Kruhový filtr.

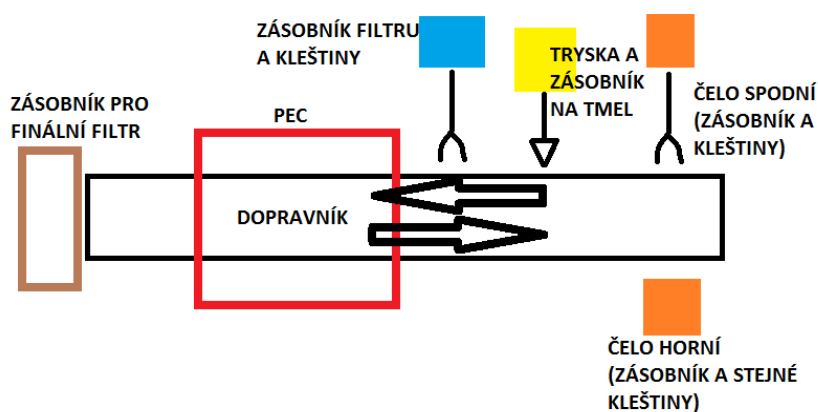
Při návrhu strojních rozdělení jsme na začátku použili dopravníkový typ stroje a teplem vytvrzovací tmel (jednosložkový či dvousložkový), který by se nanášel mezi čela filtru a filtrační vložku.

Další možnost byla použití vytvrzovacího laku pod UV světlem, který zajišťuje úplné zatečení do všech drážek a rychlejší vytvrzovací proces než tmel.

3.1 Jednopásový typ stroje

Stroj pro malosérie, kde chceme ušetřit na komponentech stroje (zvyšuje se výrobní čas)

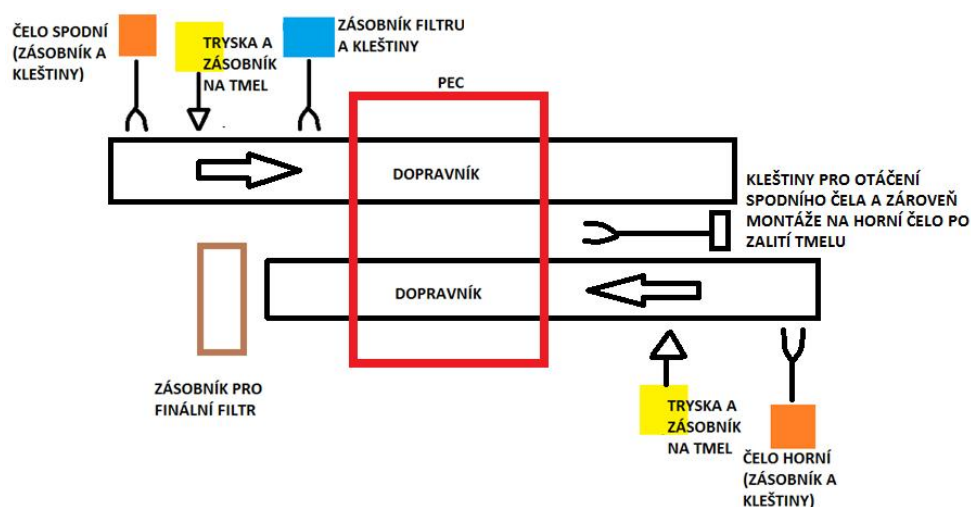
- používáme pouze jedny kleštiny a s nimi spjatý pohon a posuv pro obě dvě čela
- dopravník by musel jezdit tam i zpět při každém zapékání tmelu v čelech
- při poloautomatickém stroji, obsluha bude stát za tryskou a po naplnění druhého čela a prvního zapečeného čela, druhé čelo ručně nasadit a následně jej poslat do pece.



Obr. č. 19: Jednopásový typ stroje.

3.2 Dvoupásový typ stroje

Stroj pro větší série, kde je možnost zajistit neustálý chod stroje (při stálém doplňování zásobníků) zde je potřeba více dopravníků, kleštin, motorů a pojezdů.

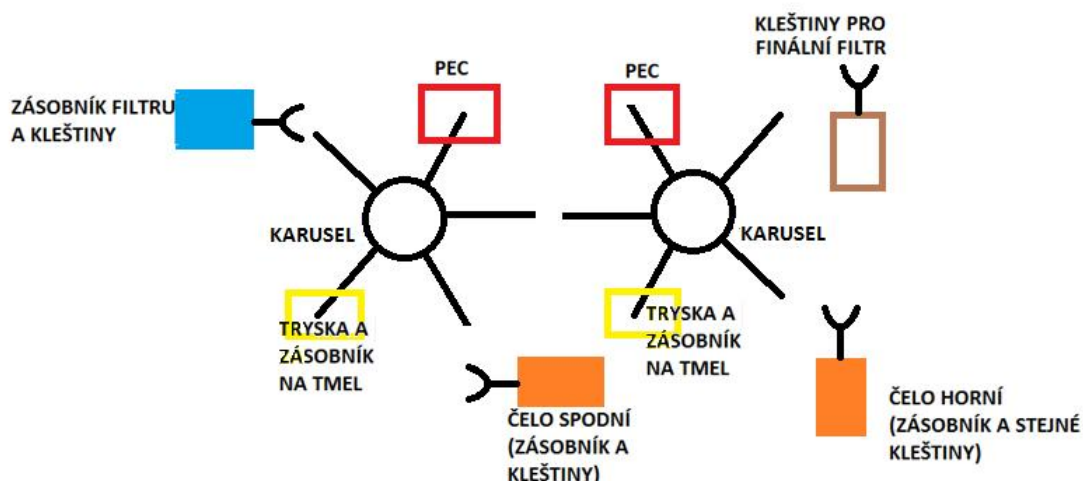


Obr. č. 20: Dvoupásový typ stroje.

3.3 Karuselový typ stroje

Stroj pro vysokou kadenci výroby a nepřetržitý provoz při doplňování zásobníků

- plně automatizovaný jednoúčelový stroj pro výrobu filtrů
- obsluha pouze zajistí doplňování zásobníku čel filtrů, filtračních vložek a UV laku
- vysoká kadence stroje při použití UV laku
- zajištěná čistota při manipulaci s komponenty (výhoda pro výrobu filtrů do sterilních prostředí)
- Festo komponenty (vzduchotechnika)



Obr. č. 21: Karuselový typ stroje.

Pro konstrukční řešení stroje volíme typ – karuselový s vytvrzovacím lakem pod UV světlem.

Tento typ má několik výhod, které byly zmíněny výše a z hlediska konstrukce vyjde tento typ stroje jako nejspolehlivější a nejflexibilnější pro všechny typy výrobních sérií.

Díky karuselovému typu stroje je možnost kontroly každé stanice separátně, je zde zaručena vysoká tuhost stroje i při rychlejších pojezdech a malá zástavba.

Rám stroje se skládá z normovaných ALUTEC profilů 45x45, které bude zajišťovat lehkou montáž stroje a případnou údržbu či přemísťování za dobré tuhosti rámu.

Vnitřní struktura stroje se skládá převážně z normovaných dílů a nakupovaných dílů, to nám zajistí vždy menší cenu, než kdybychom si díly nechaly vyrábět na zakázku prostřednictvím nástrojářen.

Srdce se stroje se je navržen pomocí vzduchotechnických dílů od firmy Festo, která je profesionálem právě v tomto oboru.

Hlavní prvky stroje jsou tři na sobě nezávislé zásobníky, pro obě čela filtrů a pro filtrační vložku, jejichž chod zajišťuje oddělovač s čelistmi.

Veškeré odebírání filtru je zajištěno pomocí kyvných modulů, na kterých jsou připevněny čelisti pro uchopení čel filtrů.

Dále je zde otočný mechanismus pro nalévání UV laku.

Veškerý pohyb čel filtrů z jedné stanice do druhé je zde řešeno pomocí karuselu, který je připevněn ke krokovému motoru, který zajišťuje precizní chod stroje.

4 Konstrukční zpracování karuselového typu stroje

4.1 Celkový pohled na stroj

- očíslované stanice budou detailně popsány v následujících krocích, některé stanice mají stejné číslo z důvodu stejného úkonu a stejných typů dílů, karusel se neustále vertikálně zvedá a klesá na každé stanici a poté se otáčí k dalším stanicím.

Stanice: 1: Zásobník pro čela filtrů a uchopovací a podávací zařízení, který dodává čela na karusel.

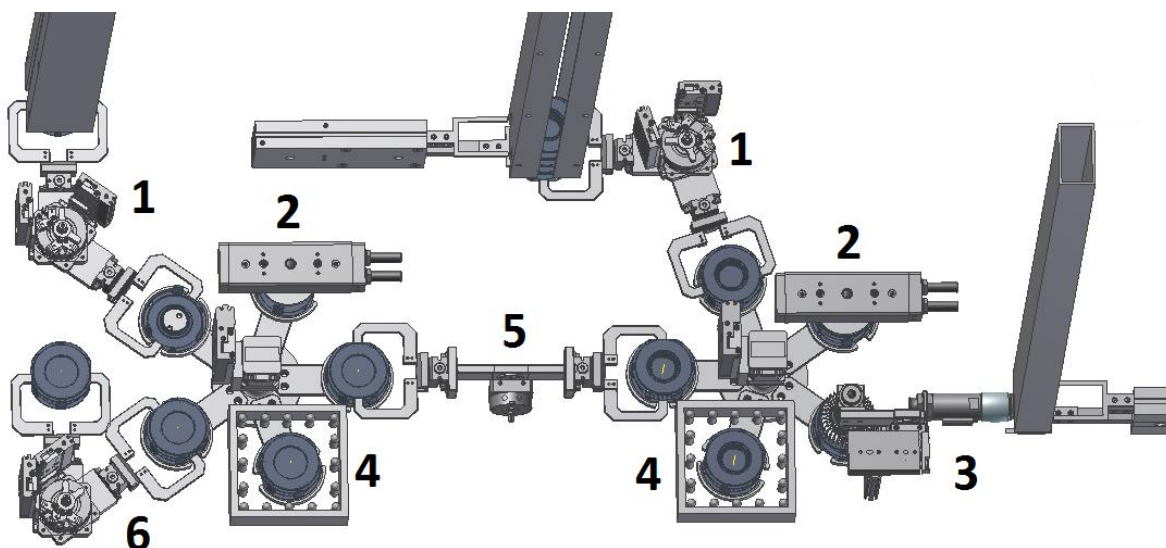
2: Otočný mechanismus s automatickým přístrojem pro nanášení UV vytvrditelného laku.

3: Zásobník pro filtrační vložky a uchopovací a podávací zařízení, který dodává filtrační vložky na karusel.

4: Pec s UV světlem pro vytvrzování laku.

5: Kyvný mechanismus s uchopovacím zařízením pro přenos částí filtru z jednoho karuselu na druhý.

6: Kyvný mechanismus s uchopovacím zařízením pro odebrání finálního výrobku.



Obr. č. 22: Konstrukční zpracování karuselového typu stroje.

Zásobník čel filtrů a zařízení pro jeho podávání

Tato část stroje se zabývá zásobováním čela filtru do oběhu stroje.

Čelo filtru se vloží do zásobníku (informace, jakou stranou čelo vkládat, může být popsáno v manuálu stroje). Poté co se zásobník naplní, může oddělovač nechat propadávat čela až na místo, kde si jej přeberou čelisti, které po uchycení čela sjedou dolů, pomocí saní, do bezpečné zóny od zásobníku a pokračují směrem ke karuselu o úhel, který se dá snadno nastavit pomocí čidel na kyvném mechanismu.

V této jednotce je zásobník vyroben z hliníkových profilů, které se dají koupit dle daných rozměrů.

Pozice 1: Oddělovač pracující v cyklech - horní rameno vysunuté, spodní vysunuté

horní rameno zasunuté, spodní vysunuté

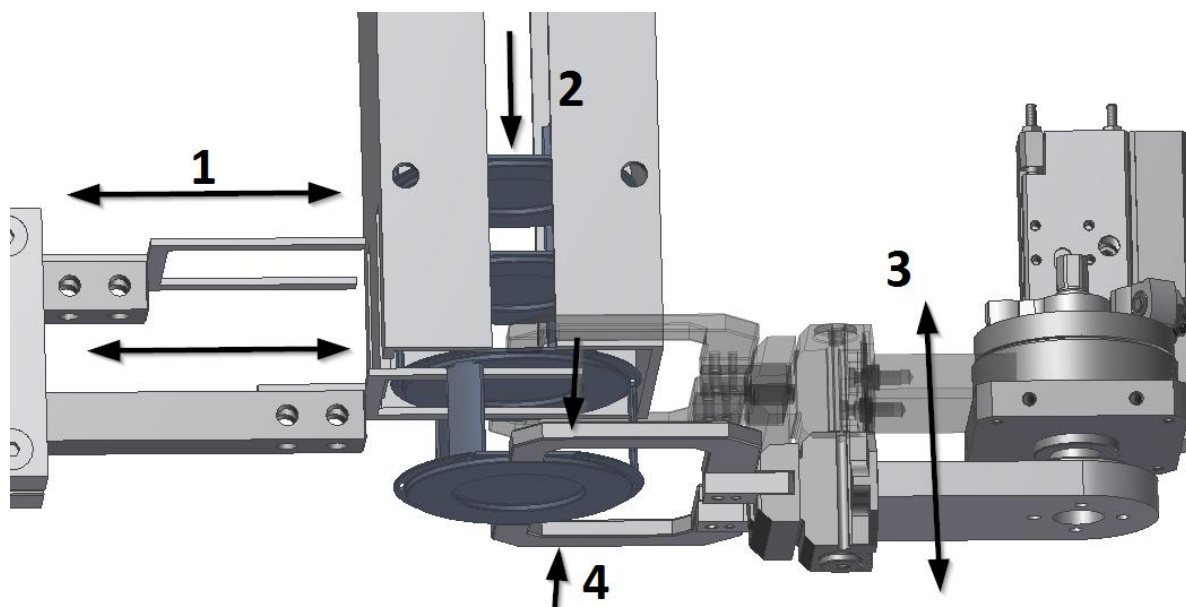
horní rameno vysunuté, spodní vysunuté

horní rameno vysunuté, spodní zasunuté

Pozice 2: Díky ramenům oddělovače, čela filtrů padají volně dolů k čelistem.

Pozice 3: Saně se pohybují nahoru a dolů pro příjezd a odjezd s čelem filtru.

Pozice 4: Čelisti kyvného mechanismu svírají čelo na stranách, kde je drážka pro lepší úchop čela.



Obr. č. 23: Zásobník čel filtrů a zařízení pro jeho podávání.

Zařízení pro uchopení čel filtrů a následné vložení na karusel

Po otočení čelistí spolu s víkem se dostanou do místa nad první základnu na karuseli.

V tomto okamžiku celý karusel vyjíždí směrem nahoru, pomocí saní, které jsou přidělaný ke krokovému motoru a v nejvyšší pozici čelisti uvolňují čelo, které zapadne do základny.

Karusel sjíždí dolů aby se čelisti opět mohly vrátit k zásobníku a pokračuje dál na další pozici o úhel navolený na krokovém motoru.

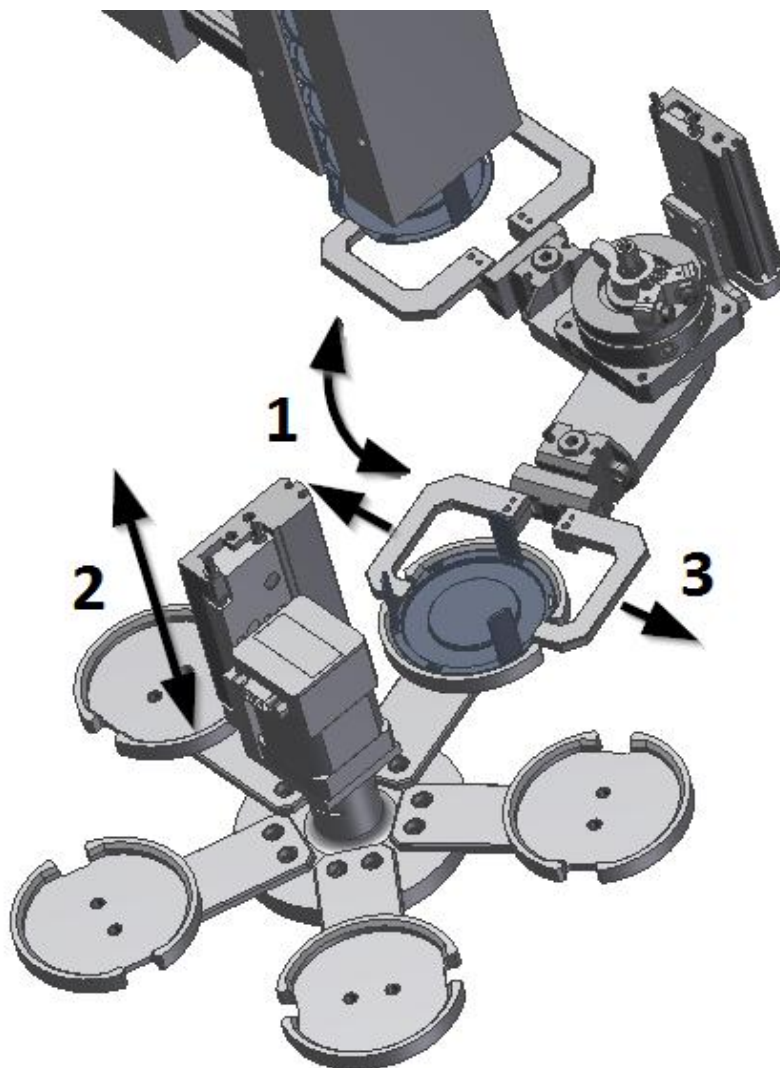
Motor a saně jsou opět od firmy Festo, zbytek karusel bude zhotoven z hliníku.

Pozice 1: Otočení celého kyvného modulu o příslušný úhel nad rameno karuselu.

Pozice 2: Karusel nejdříve díky saním vyjede nahoru.

Pozice 3: Čelisti se rozevrou a čelo filtru bude umístěno na podklad ramena karuselu.

Pozice 2: Karusel sjede do původní polohy dolů.



Obr. č. 24: Zařízení pro uchopení čel filtrů a následné vložení na karusel.

Otočný mechanismus pro nalévání UV laku

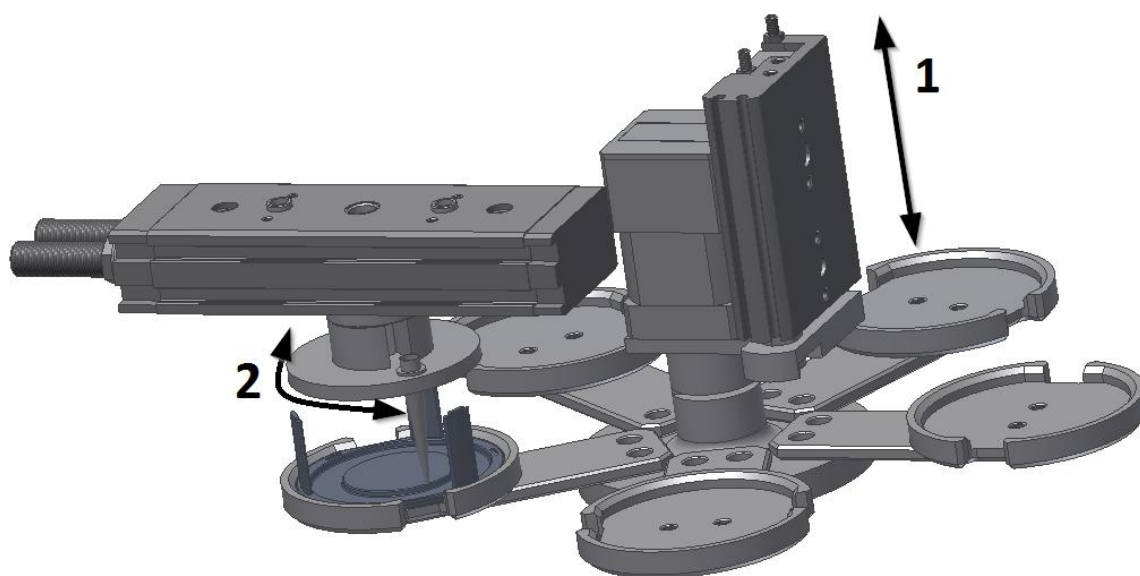
Tato pozice je určena pro vlévání UV laku do čela filtru. V návrhu čela byla zohledněna drážka, do které zapadne filtrační vložka. Tato drážka musí být po celém svém obvodu zaplněna lakem tak, aby nedošlo k podfouknutí filtrovaného vzduchu pod textilí.

Pohyb o 360° nám zajišťuje modul, na kterém je připevněna pipeta, která směřuje doprostřed drážky čela pro filtrační vložku. Od pipety vede přívodní hadička pro UV lak, která vede skrze osu modulu a dále až k zařízení pro dávkování UV laku a jeho zásobníku od firmy Nordson, které budou mít své místo uvnitř stroje.

Mezi jednotlivými úkony opět přijíždí a odjíždí karusel ve vertikálním směru a následně se otáčí k další pozici.

Pozice 1: Karusel vyjede nahoru a přiblíží se k pipetě kyvného mechanismu.

Pozice 2: Kyvný mechanismus se otáčí o 360° kruhovým vratným pohybem aby se nepřekroutila připojená hadička, která je připevněna k pipetě a druhý konec je připevněn ke stroji, který je znázorněn na obrázku č. 25.



Obr. č. 25: Otočný mechanismus pro nalévání UV laku.



Obr. č. 26: Zařízení EFD pro automatické dávkování UV laku pomocí pipety od firmy Nordson. [9]

UV lak (Typ AR / UR) > UV40-250 - 1.06 g / cm³

HumiSeal® UV40-250 je jednosložkový, UV vytvrditelný, má vynikající chemickou odolnost, tvrdost nanesené vrstvy, pružnost a odolnost proti vlhkosti. [7]

Otočný mechanismus pro nalévání UV laku

Další pozice je komplexně řešena pro vyjímání netkané textilie ze zásobníku a vkládána na připravené čelo s naneseným UV lakem.

Zásobník je opět tvořen z normovaného ALU profilu, odkud stejným způsobem padá filtrační vložka na oddělovače, které zachycují a posouvají filtrační vložku do spodní části na dosah měchového chapadla. Měchové chapadlo je přiděleno na kyvném modulu a saních, které zaručují pohyb od zásobníku směrem ke karuselové základně s čelem filtru. Měchové chapadlo funguje na principu stlačení pístu, který rozevře měch, jehož průměr se zvětší, a zachytí filtrační vložku za vnitřní průměr. Zde by mohla nastat komplikace poškození jemné filtrační vložky měchovým chapadlem, proto implementujeme dovnitř filtrační vložky plastovou výztuhu. Poté je filtrační vložka vložena do drážky v čele filtru a následuje odjetí karuselu na další pozici.

Pozice 1: Oddělovač pracující v cyklech - horní rameno vysunuté, spodní vysunuté

horní rameno zasunuté, spodní vysunuté

horní rameno vysunuté, spodní vysunuté

horní rameno vysunuté, spodní zasunuté

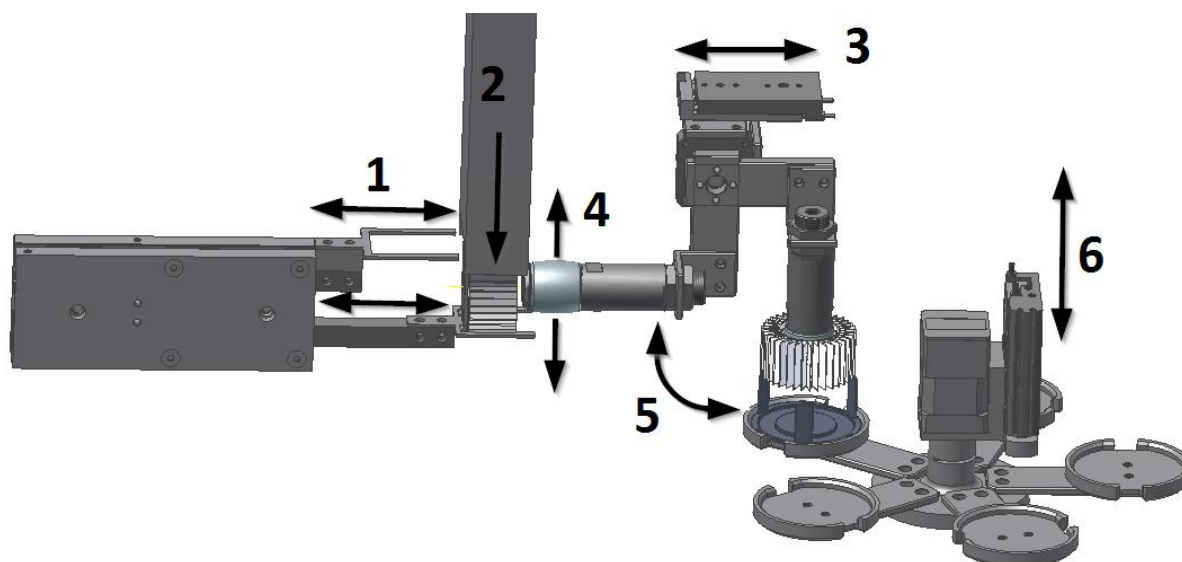
Pozice 2: Díky ramenům oddělovače, filtrační vložky padají volně dolů k měchovému chapadlu.

Pozice 3: Saně se pohybují doprava a do leva pro příjezd a odjezd s filtrační vložkou od zásobníku.

Pozice 4: Válec měchového chapadla svírá filtrační vložku (viz obr. č. 27) na vnitřním průměru, kde je výztuha.

Pozice 5: Otočný mechanismus se pootočí o 90° směrem ke karuselu a k připravenému čelu filtru.

Pozice 6: Karusel přijede nahoru a filtrační vložka je vložena do drážky čela filtru, kde je připravený lak, měchové chapadlo se stáhne do původní polohy (viz obr. č. 27) a karusel opět sjede dolů do základní polohy.



Obr. č. 27: Zásobník filtrační vložky a zařízení pro jeho podávání.



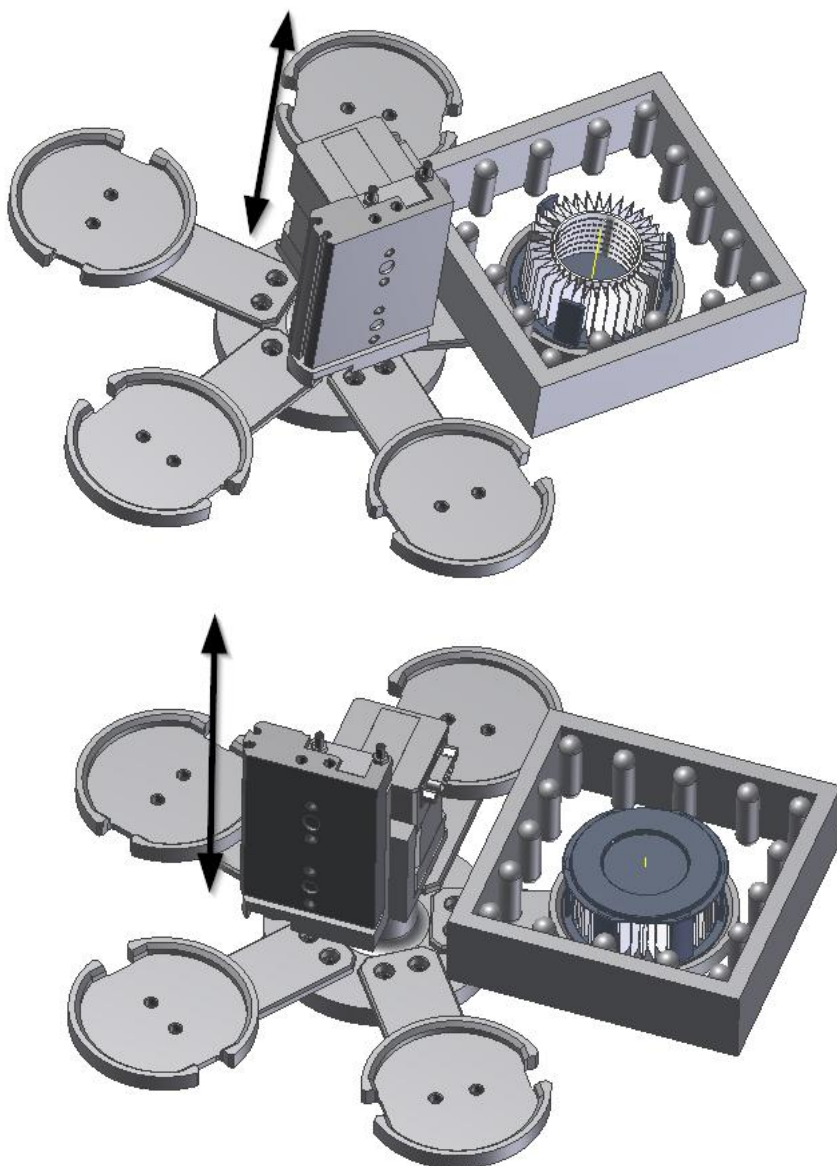
Obr. č. 28: Měchové chapadlo od firmy Festo s dvěma základními polohami. [6]

UV pec pro vytvrzování UV laku

Zde pouze karusel přijede s příslušným filtrem a pomocí saní přijede do pece s UV lampami.

Z datasheetu UV laku se můžeme dozvědět, jaký typ UV světla bude nejvhodnější pro náš případ.

Firma HumiSeal, která je distributorem námi zvoleného UV laku se nabídla, že nám poskytne svojí laboratoř pro sérii zkoušek vytvrzování UV laku pod různými světelnými zářiči.



Obr. č. 29 a 30: UV pece pro vytvrzování UV laku.

Kyvňý mechanismus s čelistmi pro přesun výrobku z prvního karuselu na druhý karusel

Zde přichází kritičtější fáze při přesouvání jednoho čela z prvního karuselu, na čelo druhé, které leží na druhém karuselu.

V tomto okamžiku je čelo na druhém karuselu již zalito UV lakem a čeká na horní kryt s filtrační vložkou s prvním čelem.

Jelikož při zachycení prvního čela nedáváme čelo na druhý karusel ve stejné výšce, musí být druhý karusel postaven níže, aby zapadnutí čel bylo správné. Zde může přijít zásadní problém ve správném zapadnutí žeber obou čel do drážek. Pro tento úkon, je potřeba zvolit správný tvar a úkos žeber, pro lehčí navádění do oněch drážek.

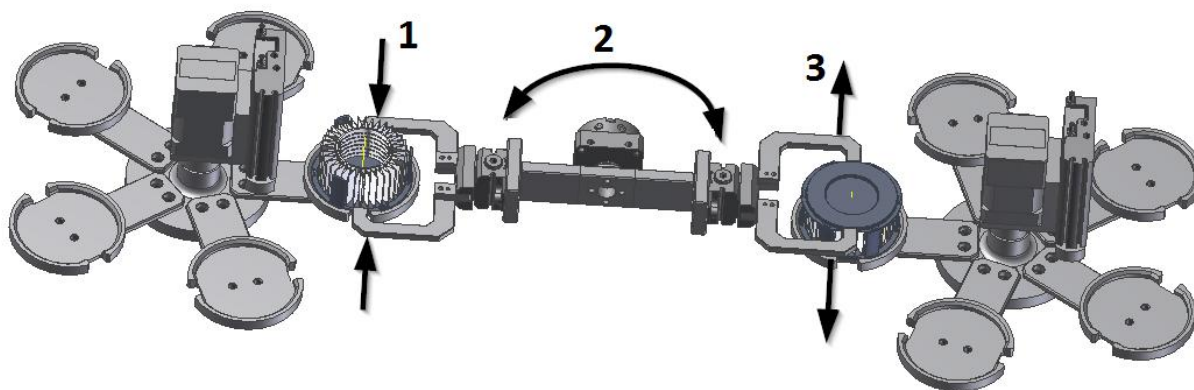
Po správném zapadnutí obou čel oba karusely pokračují k dalším pozicím.

Správné zapadnutí čel můžeme monitorovat například čidlem, které zjišťuje zda-li filtr nepřesáhl maximální výšku například při špatném navedení žeber do drážek.

Pozice 1: Čelisti se sevřou, aby mohly uchopit čelo filtru.

Pozice 2: Kyvňý mechanismus přesune filtr na druhý karusel a zasadí jej do připraveného druhého čela filtru.

Pozice 3: Čelisti se opět rozevřou, aby uvolnily čelo filtru, které pevně sedí na druhém čele.



Obr. č. 31: Kyvňý mechanismus s čelistmi pro přesun výrobku z prvního karuselu na druhý karusel.

Kyvný mechanismus s čelistmi pro odebrání finálního výrobku

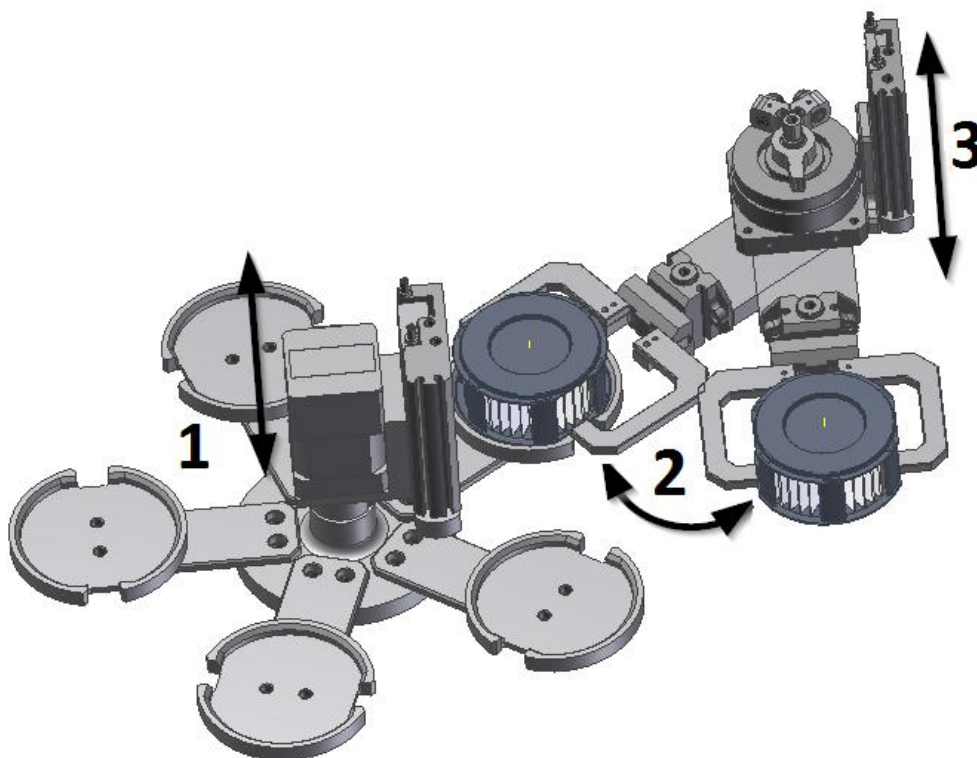
Poslední pozice je pouze jednoduché odebrání finálního výrobku pomocí kleštin opět připevněných na kyvném mechanismu a na saních.

Díky otočnému mechanismu, jehož úhel natočení se dá nastavit až do 270° a posuvných saní je možnost přizpůsobení dodávání finálního výrobku například do krabic či na dopravníkový pás, dle rozmanitých požadavků zákazníka.

Pozice 1: Karusel přijede, pomocí saní, nahoru k čelistem kyvného mechanismu.

Pozice 2: Čelisti uchopí filtr, karusel opět sjede dolů a kyvný mechanismus otočí filtr o daný úhel (bude navoleno dle zákazníka či balení).

Pozice 3: Kyvný mechanismus se může pohybovat horizontálně pro větší flexibilitu podávání finálního produktu, nakonec se čelisti opět rozevrou a uvolní filtr.

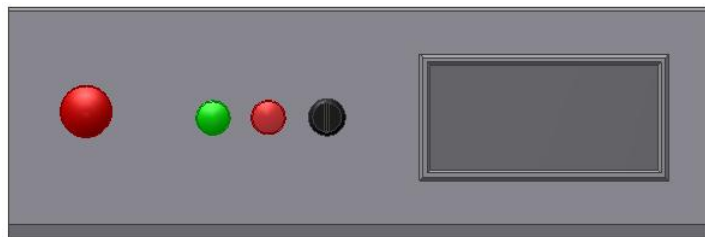


Obr. č. 32: Kyvný mechanismus s čelistmi pro odebrání finálního výrobku.

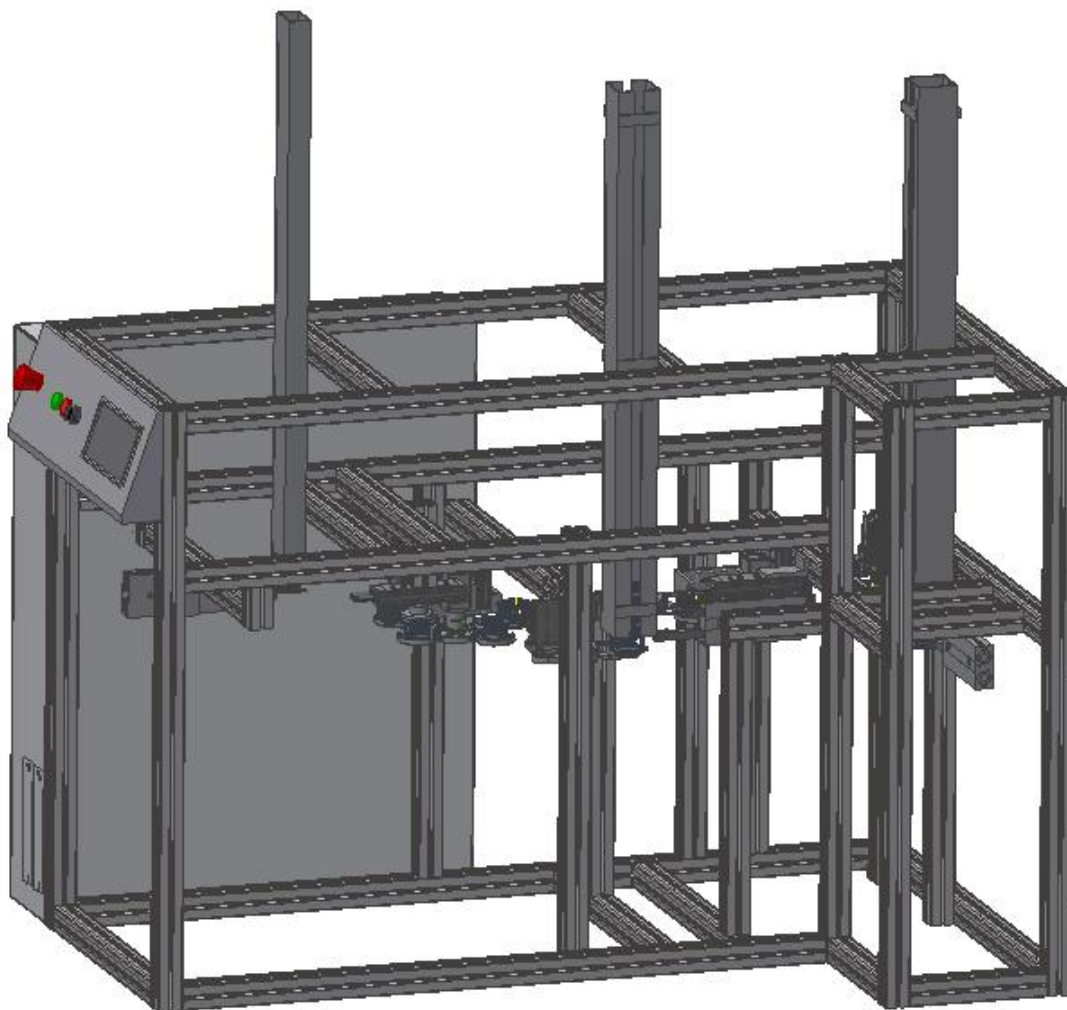
Ovládací panel

Ovládání celého stroje bude řízeno na ovládacím panelu, který bude připevněn k rámu.

Tento ovládací panel disponuje STOP tlačítkem pro nouzové zastavení stroje, dále světelnými ukazateli chodu stroje, přepínači pro vypnutí a zapnutí stroje a hlavní řízení stroje bude ovládáno přes dotykový display.



Obr. č. 33: Ovládací panel

4.2 Celkový pohled na stroj s rámovou konstrukcí

Obr. č. 34: Celkový pohled na stroj s rámovou konstrukcí.

5 Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout a zkonstruovat typ strojního zařízení pro výrobu filtru z netkané textilie, přičemž měla být dodržena jak spolehlivost filtrační funkce, tj. částice musejí procházet pouze skrz filtrační vložku, tak i spolehlivost celého výrobního procesu a zajistit optimální podmínky například při velkosérii.

Celé zařízení bude vyrobeno z hliníkových dílů, které zajišťují dostatečnou tuhost stroje, životnost komponentů a chemickou stálost. Rám bude zakryt průhledným plexisklem, které umožní vizuální kontrolu procesů a zároveň bude zajišťovat ochranu komponentů a výrobku před znečištěním.

Přístup do stroje budou zajišťovat servisní dvířka, které budou mít elektromagnetickou ochranu při otevírání stroje za chodu.

Dobrou ergonomii stroje zajišťuje ovládací panel ve výšce 900mm, hlavní prvky stroje ve výšce 550-600mm a zásobníky ve výšce 1580mm od základny stroje.

Díky tomu bude ovládání a servis stroje pohodlný pro všechny uživatele.

Navržené strojní zařízení disponuje elektro-vzduchovou technikou od firmy Festo, která zaručuje nadstandardní kvalitu veškerých procesů a vysokou kadenci výroby.

Jednotky pro úpravu stlačeného vzduchu a elektroinstalace se nacházejí v elektroskříni, která je připevněna na zadní straně stroje.

Výsledné hodnoty strojního zařízení:

- výrobní čas jednoho kruhového filtru (40s), tento čas byl stanoven pouze odhadem a závisí na nastavení stroje, kde můžeme nastavit rychlost jednotlivých úseků
- cena dílů Festo (87 300 CZK netto), suma na základě cenové nabídky od firmy Festo
- cena kovových vyráběných dílů (cca 20 000 – 30 000 CZK), v tomto případě to je pouze hrubý odhad z našich zkušeností při spolupráci s nástrojárnami
- cena zařízení pro UV technologii (cca 50 000 CZK), suma na základě cenové nabídky od firmy Nordson EFD

Závěrem této práce a veškerých procesů tohoto strojního zařízení by mělo být odzkoušení a ověření vytvrzování laku pod UV světlem tak, aby byla filtrační vložka po celém obvodu vzduchotěsně spojená s čely filtrů.

6 Seznam příloh

- P1 Výkres sestavení – B060/0.2
- P2 Výrobní výkres – B060/0-1.4
- P3 Výrobní výkres – B060/0.-2.4
- P4 Výrobní výkres – B060/0.-3.4
- P5 Výrobní výkres – B060/0.-4.4
- P6 Výrobní výkres – B060/0.-5.4
- P7 Pneumatické schéma – B060/P.3
- P8 Technical datasheet HumiSeal UV40-250
- P9 Safety datasheet HumiSeal UV40-250
- P10 Řešení dávkování kapaliny (UV laku) – Nordson EFD
- P11 Datasheet - Nordson-EFD-Performus-V-VIII
- P12 Zásobníky pro kapalinu – Nordson EFD
- P13 Cenová nabídka dílů – Nordson EFD
- P14 Cenová nabídka dílů – Festo

7 Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] Hrůza J.: Textilie pro průmyslové aplikace [přednáška]. Liberec: TUL. [cit. 2013-03-10].
- [2] C-FILTER [online]. [cit. 2013-01-10]. Dostupné z WWW: < <http://www.filtr-filtr.cz/filtr-podle-typu-filtrace>>.
- [3] Filtry Mann+Hummel(CZ) – Jan Elišák [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.filtr.elisak.cz/>>.
- [4] Pracovní oděvy Praha [online]. [cit. 2013-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.oopp.cz/ochrana-dychacich-organu>>
- [5] VZDUCHOVÁ FILTRACE – KABINOVÉ FILTRY - DIPLOMOVÉ PRÁCE - Bc. Simona Hornychová diplomová práce. [cit. 2013-1-10].
- [6] FESTO [online]. [cit. 2012-11-20].
Dostupné z WWW: <http://www.festo.com/cat/cs_cz/products__92342>
- [7] HumiSeal [online]. [cit. 2012-11-25]. Dostupné z WWW: < <http://www.humiseal.com/products/uv-curable-type-ar-ur/uv40-250/>>.
- [8] Dýchám zdravě – Větrání s rekuperací tepla [online]. [cit. 2013-06-25]. Dostupné z WWW: <http://www.dycham-zdrave.cz/dycham-zdrave/rezdeleni-a-pouziti-vzduchovych-filtru/>.
- [9] Nordson HumiSeal [online]. [cit. 2012-11-30] Dostupné z WWW: < <http://www.nordson.com/en-us/divisions/efd/products/fluid-dispensers/air-powered-dispensers/Pages/performus-series-dispensers.aspx>>.